

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-057506

(43)Date of publication of application : 22.02.2002

(51)Int.Cl.

H01P 1/203

(21)Application number : 2000-241406

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 09.08.2000

(72)Inventor : YAMANAKA KAZUNORI  
AKASEGAWA AKIHIKO  
NAKANISHI TERU

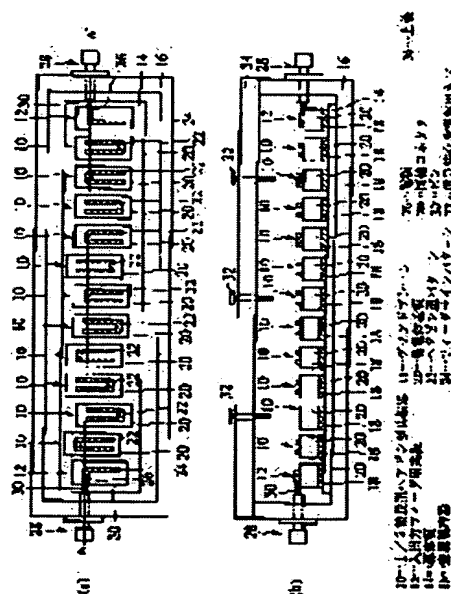
## (54) SUPERCONDUCTIVE FILTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a superconductive filter capable of easily performing multistage configuration and capable of easily controlling the degree of coupling between the signals of respective stages.

**SOLUTION:** This filter has a metallic container 16, which internally has a conductor plate 14, for shielding electromagnetic waves, a substrate 12 for input/output feeder, which has a dielectric substrate 20, a feeder line pattern 24 of a high temperature oxide superconductor formed on one side of the dielectric substrate 20 and a ground plane 18 formed on the other side of the dielectric substrate 20, located on the conductor board 14 so that the ground plane 18 can be brought into contact with the conductor board 14, and plural 1/2 wavelength type hairpin resonators 10, which have the dielectric substrate 20, the hairpin pattern of the high temperature oxide superconductor formed on one side of the dielectric substrate 20 and the ground plane 18 formed on the other side of the dielectric substrate 20, located on the conductor board 14 between the substrates 12 for input/output feeder so that the ground plane 18 can be brought into contact with the conductor board 14.

本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの  
構造を示す断面図



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.07.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2006-17473

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 10.08.2006

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-57506

(P2002-57506A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 P 1/203

識別記号

Z A A

F I

H 0 1 P 1/203

特開特許 (参考)

Z A A 5 J 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-241406 (P2000-241406)

(22) 出願日 平成12年8月9日 (2000.8.9)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 山中 一典

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 赤瀬川 章彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100087479

弁理士 北野 好人

最終頁に続く

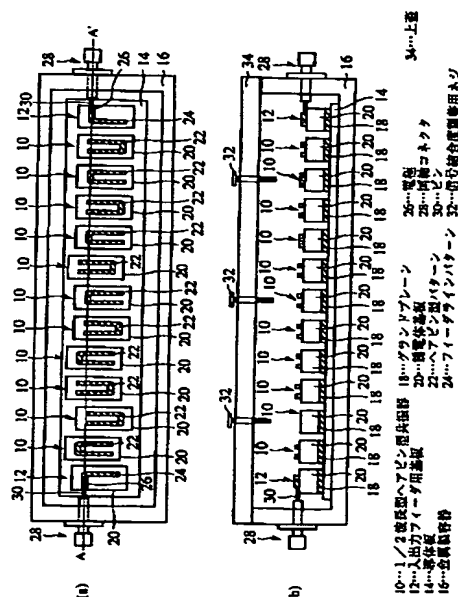
(54) 【発明の名称】 超伝導フィルタ

(57) 【要約】

【課題】 多段化を容易に行うことができ、また、各段間の信号の結合度を容易に調整することのできる超伝導フィルタを提供する。

【解決手段】 内部に導体板14を有し、電磁波を遮蔽する金属製容器16と、誘電体基板20と、誘電体基板20の一面に形成された酸化物高温超伝導体のフィードラインパターン24と、誘電体基板20の他面に形成されたグラウンドプレーン18とを有し、グラウンドプレーン18が導体板14に接触するように導体板14上に配置された入出力フィード用基板12と、誘電体基板20と、誘電体基板20の一面に形成された酸化物高温超伝導体のヘアピン型パターンと、誘電体基板20の他面に形成されたグラウンドプレーン18とを有し、入出力フィード用基板12間の導体板14上に、グラウンドプレーン18が導体板14に接触するように配置された複数の1/2波長型ヘアピン型共振器10を有する。

本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの構造を示す概略図



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィード用基板と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入力フィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【請求項 2】 内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィード用基板と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入力フィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板と、

誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された接地層とを有し、前記誘電体基板の他面が、前記入力フィード用回路パターンと、前記出力フィード用回路パターンと、前記共振器用回路パターンとに接触するように、前記入力フィード用基板と、前記出力フィード用基板と、前記共振器用基板の誘電体基板の一面上にそれぞれ配置された複数の回路カバー用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の超伝導フィルタにおいて、板状体を前記容器の底面に配置し、前記板状体の一面を前記載置面としたことを特徴とする超伝導フィルタ。

【請求項 4】 請求項 3 記載の超伝導フィルタにおいて、

前記板状体は、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体膜とを有し、

前記誘電体基板の前記一面を前記載置面としたことを特徴とする超伝導フィルタ。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の超伝導フィルタにおいて、

前記共振器用基板を、前記載置面上で、前記共振器用基板の配置方向に対して略垂直に移動し、前記共振器用基板間の相対的位置関係を変化する位置調整機構を更に有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、準マイクロ波や、マイクロ波、ミリ波等の高周波電気信号を扱う超伝導フィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】酸化物高温超伝導体を回路導体とした平面型回路のフィルタでは、酸化マグネシウムやランタンアルミネート等の誘導体基板の片面ないしは両面に酸化物高温超伝導体膜の回路パターンを形成することが行われている。

【0003】平面型回路のフィルタの伝送線路構造としては、例えば、誘電体基板の一方の面にストリップ導体を、他方の面に接地導体を設けて、これら二つの導体間に電界を加えて電磁波を伝搬するマイクロストリップライン (microstrip line) が知られている。その他に、トリプレートストリップライン (triplane strip line)、コプレーナライン (coplanar line) 等が知られている。これらの伝送線路構造が、フィルタの使用目的等に応じて使い分けられている。

【0004】上述の平面型回路からなる酸化物高温超伝導フィルタは、準マイクロ波や、マイクロ波、ミリ波等の高周波電気信号を扱うことができる。このように、フィルタの回路導体として酸化物高温超伝導体膜を用いた場合、電気良導体である金や、銀、銅、アルミニウム等を回路導体として用いた場合に比べてエネルギー損失を低減することができる。したがって、酸化物高温超伝導フィルタ回路は、最小挿入損失が小さく、かつ周波数遮断特性が急峻な高無負荷 Q のフィルタを構成するのに有効なものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】同じ無負荷 Q を有する共振器を用いて、より急峻な周波数遮断特性を有するフィルタを構成するためには、共振器の数、すなわち段数を増すことが必要となる。平面型回路のフィルタの段数を増すためには、共振器回路を形成する基板面積を大きくする必要がある。しかしながら、基板面積が大きくなるにつれて、回路導体となる酸化物高温超伝導膜を基板

上に均質に成膜した基板を作製することが次第に容易でなくなり、該フィルタ製作のコストアップの一因となっていた。

【0006】また、一般に、電磁場の共振を利用した高周波フィルタにおいて、周波数遮断などの伝送特性は、段間の信号結合度が変わることによって変化する。このため、調整ネジを設けるなどして信号の結合度を調整することが必要に応じて行われている。設計に基づく所要の精度の伝送特性は、調整ネジによる信号の結合度の調整によって近似される。しかしながら、調整ネジによって信号の結合度を調整する場合、段数が増加するにつれて最適でない解が一般に増す傾向にある。このために、各段間の信号結合度の調整が、段数を増すにつれて困難になることが経験的に知られている。同じ通過帯域幅のバンドパスフィルタを構成する場合、高い無負荷 $Q$ を有する酸化物高温超伝導フィルタでは、低い無負荷 $Q$ を有するフィルタに比べて、相対的に段間の信号の結合を弱める必要がある。このためには段間の距離を離し信号結合度を調整することが有効である。しかしながら、段間の距離を離した場合、通常の調整ネジを用いた方法では、段間の結合度を十分に調整することが困難なものになってしまっていた。

【0007】本発明の目的は、多段化を容易に行うことができ、また、各段間の信号の結合度を容易に調整することのできる超伝導フィルタを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入カフィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタにより達成される。

【0009】また、上記目的は、内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィ

ード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入カフィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された接地層とを有し、前記誘電体基板の他面が、前記入カフィード用回路パターンと、前記出力フィード用回路パターンと、前記共振器用回路パターンとに接触するように、前記入カフィード用基板と、前記出力フィード用基板と、前記共振器用基板の誘電体基板の一面上にそれぞれ配置された複数の回路カパー用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタにより達成される。

【0010】また、上記の超伝導フィルタにおいて、板状体を前記容器の底面に配置し、前記板状体の一面を前記載置面としてもよい。

【0011】また、上記の超伝導フィルタにおいて、前記板状体は、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体膜とを有し、前記誘電体基板の前記一面を前記載置面としてもよい。

【0012】また、上記の超伝導フィルタにおいて、前記共振器用基板を、前記載置面上で、前記共振器用基板の配置方向に対して略垂直に移動し、前記共振器用基板間の相対的位置関係を変化する位置調整機構を更に有するようにしてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態〕本発明の第1実施形態による超伝導フィルタについて図1乃至図4を用いて説明する。図1は、本実施形態による超伝導フィルタの構造を示す概略図、図2は、超伝導フィルタの伝送線路構造を示す斜視図、図3は、共振器位置調整機構を設けた超伝導フィルタの構造を示す上面図、図4は、誘電体のブリッジングによる信号結合調整を示す概略図である。

【0014】まず、本実施形態による超伝導フィルタの構造について図1及び図2を用いて説明する。図1

(a)は、超伝導フィルタの構造を示す上面図、図1

(b)は、図1(a)のA-A'断面図である。

【0015】本実施形態による超伝導フィルタは、マイクロストリップライン伝送線路構造で、1/2波長型ヘアピン型共振器10からなる11段のバンドパスフィルタである。

【0016】本実施形態による超伝導フィルタでは、図1に示すように、外部電磁波を遮蔽する金属製容器16

底部に導体板14が固定されている。導体板14上には、入出力フィーダ用基板12が両端に、それらの間に1/2波長型ヘアピン型共振器10が一行に配置されている。また、金属製容器16には、その両端に外部機器との接続のための同軸コネクタ28が取り付けられ、上蓋34によって開口が閉じられている。

【0017】1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12は、誘電体基板20からなるものであり、図2に示すように、誘電体基板20の導体板14と接触する側に酸化物高温超伝導体膜であるグランドプレーン18が形成されている。1/2波長型ヘアピン型共振器10の誘電体基板20の上には酸化物高温超伝導体からなる1/2波長型のヘアピン型パターン22が形成されている。入出力フィーダ用基板12の誘電体基板20上には、酸化物高温超伝導体膜からなる1/4波長型のフィーダラインパターン24と、その端部に電極26とが形成されている。

【0018】金属製容器16両端に取り付けられた同軸コネクタ28のピン30は、図1に示すように、入出力フィーダ用基板12の電極26にはんだ、導体ペースト等により固定されている。また、金属製容器16を閉鎖する上蓋34には、必要に応じて信号結合度調整用ネジ32が取り付けられている。

【0019】以下に、本実施形態による超伝導フィルタの各構成部分について詳述する。

【0020】(1) 1/2波長型ヘアピン型共振器10、入出力フィーダ用基板12

1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12の誘電体基板20としては、例えば、MgO単結晶基板が用いられる。このとき、ヘアピン型パターン22またはフィーダラインパターン24と、グランドプレーン18とが形成されるMgO単結晶基板の面は(100)面となっている。

【0021】1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12のグランドプレーン18は、酸化物高温超伝導体膜、例えば、 $0.4\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ の厚さの $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 超伝導体膜によって形成される。

【0022】ヘアピン型パターン22及びフィーダラインパターン24は、共に酸化物高温超伝導体膜、例えば、 $0.2\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ の厚さの $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ 超伝導体膜によって形成される。

【0023】フィーダラインパターン24の端部には、入出力用の電極26が設けられており、例えばAg膜等で形成される。これらの電極26には、金属製容器16に取り付けられる同軸コネクタ28のピン30がはんだ、導体ペースト等により固定される。

【0024】上述の1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12は、例えば、MgO(100)基板の両面にレーザー蒸着法により $\text{YBa}_2\text{Cu}_3$

$\text{O}_{7-\delta}$ を成膜した後、設計に基づくヘアピン型パターン22及びフィーダラインパターン24の形成工程、電極26の形成工程、基板を所要寸法にカットするダイシング工程等を経て作製される。

【0025】このように、本実施形態による超伝導フィルタを構成する各1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12が、それぞれ分割されて作製されるので、酸化物高温超伝導体膜の不良領域に形成された粗悪品を除外し、良品のみを選別して超伝導フィルタを構成することができる。

【0026】従来までの、同一基板上に伝送線路となる回路パターンの全てを形成する平面型回路のフィルタでは、多段するためには基板を大面積にする必要があった。しかし、基板を大面積にした場合、基板全領域にわたり回路パターンとして使用できる状態で酸化物高温超伝導体膜を形成することは困難であった。このため、多段化したフィルタを歩留まり良く製造することは困難であった。

【0027】しかしながら、本実施形態による超伝導フィルタは、上述のように作製された1/2波長型ヘアピン型共振器10及び入出力フィーダ用基板12の中から良品のみを選別して伝送線路を構成することができるので、容易に多段化を行うことができる。

【0028】また、本実施形態による超伝導フィルタでは、伝送線路を構成するヘアピン型パターン22及びフィーダラインパターン24それぞれが、別々の誘電体基板20上に形成されている。このため、各誘電体基板20を導体板14に配置する位置を調整することにより、超伝導フィルタとしての周波数特性の調整を容易に行うことができる。

【0029】(2) 導体板14

導体板14は、例えば、インバー合金にNi下地のAuメッキまたはAgメッキを $3\mu\text{m}$ の厚さで施したものである。

【0030】このような導体板14上に、上述の1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィーダ用基板12とがグランドプレーン18を下にしてインジウム-錫合金等により融着される。これにより、各1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィーダ用基板12とが同一電位となっている。

【0031】また、1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィーダ用基板12の、グランドプレーン18が形成された底面に、さらにAgまたはAu薄膜を形成して導体板14に配置してもよい。この場合、導体板14との密着性が良好であり、かつ滑りが良好であるため、インジウム-錫合金による融着の場合と比べて1/2波長型ヘアピン型共振器10の位置の微調整を行うことができる。このような微調整後に、インジウム-鉛合金等により融着して導体板14に固定してもよい。その他、銀ペースト等の導体ペーストにより固定してもよい。

し、板バネを介して導体板14にネジ止めしてもよい。

【0032】1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との導体板14への配置は、通常、計算機シミュレーション等により予め希望のフィルタ特性が得られるように設計されている。

【0033】(3) 金属製容器16、上蓋34

金属製容器16の底部には、1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との配列が接着された導体板14が固定される。金属製容器16の側面には同軸コネクタ28が取り付けられる。同軸コネクタ28のピン30は、入出力フィード用基板12の電極26にはんだ、導体ペースト等により固定される。

【0034】上蓋34は、導体板14の固定された金属製容器16を閉鎖するものである。上蓋34には、必要に応じて信号結合度調整用ネジ32を取り付けることができる。

【0035】このように、1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12とが配置された導体板14を金属製容器16内に収容し、金属製容器16の開口を上蓋34で閉じることにより、外部電磁波による信号への干渉が遮蔽される。

【0036】(4) 信号結合度調整ネジ32

信号結合度調整用ネジ32は、必要に応じて上蓋34に取り付けられる。信号結合度調整用ネジ32の端部は、1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との配列の上方の空間で上下移動することができる。これにより、各1/2波長型ヘアピン型共振器10間及び1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との間の信号の結合度を調整することができる。信号結合度調整用ネジ32としては、金属製や樹脂製のものをを用いることができる。また、複数の信号結合度調整ネジを上蓋34に取り付けてもよい。

【0037】(5) 信号結合度の調整

本実施形態による超伝導フィルタでは、信号結合調整ネジ32による信号結合度の調整だけでなく、以下に述べる各種方法によって信号結合度の調整を行うことができる。

【0038】(a)ブリッジングによる信号結合度の調整

図3に示すように、1/2波長型ヘアピン型共振器10間や1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12間に誘電体29を配置する、すなわち、ブリッジングすることにより、各1/2波長型ヘアピン型共振器10間及び1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との間の信号の結合度を調整することが可能である。図3の点線楕円内は、1/2波長型ヘアピン型共振器10間に誘電体29をブリッジングした状態の断面図を示している。この目的には、酸化マグネシウム、酸化チタン、ランタンアルミネート、サファイア、アルミナ、チタン酸ストロンチウム、チタン

酸マグネシウム、チタン酸カルシウム、石英ガラス、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）、PE（ポリエチレン）、PI（ポリイミド）、PMMA（ポリメタクリル酸メチル）等の誘電体を用いることができる。

【0039】また、図3に示すように、上述のブリッジングされた誘電体29の位置を移動する誘電体位置調整機構31を設けてもよい。

【0040】誘電体位置調整機構31は、金属製容器16の内壁近傍に設けられ、ブリッジングされた誘電体29にシャフト33を介して接続されている。

【0041】誘電体位置調整機構31は、例えばピエゾ素子のような圧電素子から構成されている。この誘電体位置調整機構31に電圧を印加することにより、1/2波長型ヘアピン型共振器10の配列の方向に対して誘電体位置調整機構31を垂直に伸縮する。これにより、シャフト33を介して誘電体位置調整機構35に接続された誘電体29の位置を移動して、信号の結合度を調整することが可能である。

【0042】なお、誘電体29の代わりに、図4に示すように、酸化物高温超伝導体35を1/2波長型ヘアピン型共振器10間や1/2波長型ヘアピン型共振器10と入出力フィード用基板12との間にブリッジングすることによっても、信号の結合度を調整することが可能である。

【0043】(b)共振器位置調整機構36による信号結合度の調整

1/2波長型ヘアピン型共振器10を導体板14上に固定せず、図5に示すように、1/2波長型ヘアピン型共振器10に共振器位置調整機構36を設けることにより、各1/2波長型ヘアピン型共振器10間の信号結合度を調整することができる。

【0044】共振器位置調整機構36が接続される1/2波長型ヘアピン型共振器10は、例えば、前述のように、その底面にAgまたはAu薄膜が形成されて導体板14に配置される。これにより、共振器位置調整機構36が接続される1/2波長型ヘアピン型共振器10は、導体板14上でスライドすることができる。

【0045】共振器位置調整機構36は、金属製容器16の内壁近傍に設けられ、導体板14に固定されていない1/2波長型ヘアピン型共振器10端部にシャフト37を介して接続されている。図5は、共振器位置調整機構36が、配列された1/2波長型ヘアピン型共振器10の一つおきに接続されている場合を示したものである。

【0046】共振器位置調整機構36は、例えばピエゾ素子のような圧電素子から構成されている。この共振器位置調整機構36に電圧を印加することにより、1/2波長型ヘアピン型共振器10の配列の方向に対して共振器位置調整機構36を垂直に伸縮することができる。これにより、シャフト37を介して共振器位置調整機構3

6に接続された1/2波長型ヘアピン型共振器10の、隣接する1/2波長型ヘアピン型共振器10との位置関係を変化することができる。

【0047】なお、共振器位置調整機構36に接続された1/2波長型ヘアピン型共振器10の移動方向にずれが生じないように、スライド用ガイド50等を導体板14に設けることが望ましい。

【0048】こうして各1/2波長型ヘアピン型共振器10の位置関係を変化することにより、各1/2波長型ヘアピン型共振器10間の信号の結合度を調整することができる。

【0049】なお、共振器位置調整機構36の接続は、配列された1/2波長型ヘアピン型共振器10の一つおきのものに限定されるものではない。例えば、全ての1/2波長型ヘアピン型共振器10に共振器位置調整機構36を設けてもよい。

【0050】また、共振器位置調整機構36は、ネジ等を用いた機械的手段によって1/2波長型ヘアピン型共振器10をそれらの配列に対して垂直に移動するものであってもよい。

【0051】このように本実施形態によれば、1/2波長型ヘアピン型共振器及び入出力フィーダ用基板といった平面型回路の超伝導フィルタを構成する基板を分割することにより、相対的に大面積の回路を同一基板上に形成する必要がない。このため、製造欠陥部分を回避することが容易となり、フィルタの多段化を容易に行うことができる。さらに、平面型回路でありながら、超伝導フィルタを構成する各1/2波長型ヘアピン型共振器及び入出力フィーダ用基板の配置に自由度があるため、周波数特性を容易に調整することができる。

【0052】【第2実施形態】本発明の第2実施形態による超伝導フィルタについて図6を用いて説明する。図6は、本実施形態による超伝導フィルタの伝送線路構造を示す斜視図である。なお、第1実施形態による超伝導フィルタと同一の構成要素については同一の符号を付与し説明を省略或いは簡略にする。

【0053】本実施形態による超伝導フィルタは、トリプレートストリップライン型の伝送線路構造で1/2波長型共振器38からなる9段のバンドパスフィルタであり、第1実施形態とは、伝送線路の構造が異なる点を除いてほぼ同一である。

【0054】図6(a)に示すように、本実施形態による超伝導フィルタの伝送線路では、導体板14上に入出力フィーダ用基板12が両端に配置され、それらの間に1/2波長型共振器38が配置されている。

【0055】入出力フィーダ用基板12の誘電体基板20の下面には、グランドプレーン18が形成され、上面には、1/2波長型のフィーダラインパターン24とその端部に電極26とが設けられている。電極26には、導体薄片シート40が接着されている。

【0056】1/2波長型共振器38の誘電体基板20の下面には、グランドプレーン18が形成され、上面には、1/2波長型のラインパターン42が形成されている。

【0057】上述の1/2波長型共振器38と、入出力フィーダ用基板12の上部にそれぞれには、図6(b)に示すように、上面にグランドプレーン44が形成された複数の誘電体基板46が配置される。さらに、これらの上から導体板48によって挟まれ、機械的に固定されたものが本実施形態による超伝導フィルタのトリプレートストリップライン型の伝送線路構造である。

【0058】導体板14及び導体板48は、例えば、インパー合金にNi下地のAuメッキまたはAgメッキを3μmの厚さで施したものである。また、導体板14として、MgO単結晶基板の(100)面上に酸化物高温超伝導体膜を形成したものなどを用いてもよい。この場合、導体板14による信号のエネルギー損失を低減することができ、超伝導フィルタの高無負荷Q化に有効である。

【0059】誘電体基板20及び誘電体基板46には、例えばMgO単結晶基板が用いられる。このとき、酸化物高温超伝導体膜であるグランドプレーン18及びフィーダラインパターン24またはラインパターン38が形成される誘電体基板20の上下両面が(100)面となっている。また、グランドプレーン44が形成される誘電体基板46の上面が(100)面となっている。

【0060】グランドプレーン18、フィーダラインパターン24、ラインパターン42、グランドプレーン44は、酸化物高温超伝導体膜、例えば0.4μm~1μmの厚さのSmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-δ</sub>超伝導体膜によって形成される。

【0061】フィーダラインパターン24端部に設けられる入出力用の電極26は、例えばAg膜で形成される。電極26には、例えばAuのリボン状の導体薄片シート40が接着されている。

【0062】上記の回路パターンが形成される入出力フィーダ用基板12及び1/2波長型共振器38と、上面にグランドプレーン44が形成された誘電体基板46とについては、第1実施形態と同様の方法を用いて作製することができる。

【0063】上述した伝送線路構造は、第1実施形態と同様に金属製容器等の中に固定され、入出力用の電極26に接着されている導体薄片シート40には、金属製容器に取り付けられた同軸コネクタのピンに接続される。

【0064】なお、本実施形態による超伝導フィルタは、伝送線路構造を金属製容器内に収容しなくても、フィルタとして動作することができる。

【0065】また、第1実施形態と同様に、ラインパターン42、フィーダラインパターン24が形成されている誘電体基板20間に、誘電体或いは酸化物高温超伝導



体をブリッジングすることにより、各1/2波長型共振器38間及び1/2波長型共振器38と入出力フィード用基板12との間の信号の結合度の調整を行うことができる。

【0066】また、第1実施形態と同様の共振器位置調整機構を1/2波長型共振器38に接続することによっても信号の結合度を調整することが可能である。

【0067】このように本実施形態によれば、1/2波長型共振器及び入出力フィード用基板といった平面型回路の超伝導フィルタを構成する基板を分割することにより、相対的に大面積の回路を同一基板上に形成する必要がない。このため、製造欠陥部分を回避することが容易となり、フィルタの多段化を容易に行うことができる。さらに、平面型回路でありながら、超伝導フィルタを構成する各1/2波長型共振器及び入出力フィード用基板の配置に自由度があるため、周波数特性を容易に調整することができる。

【0068】〔変形実施形態〕本発明の上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0069】例えば、上記実施形態では、グランドプレーン18、ヘアピン型パターン22、フィードラインパターン24、ラインパターン42、グランドプレーン44を形成する酸化物高温超伝導体膜として、 $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 超伝導体膜及び $SmBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ 超伝導体膜を用いているが、これらに限定されるものではない。例えば、 $Bi_{n1}Sr_{n2}Ca_{n3}Cu_{n4}O_{n5}$  ( $1.8 \leq n1 \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq n2 \leq 2.2$ ,  $0.9 \leq n3 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq n4 \leq 2.2$ ,  $7.8 \leq n5 \leq 8.4$ )、 $Pb_{k1}Bi_{k2}Sr_{k3}Ca_{k4}Cu_{k5}O_{k6}$  ( $1.8 \leq k1 + k2 \leq 2.2$ ,  $0 \leq k1 \leq 0.6$ ,  $1.8 \leq k3 \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq k4 \leq 2.2$ ,  $1.8 \leq k5 \leq 2.9$ ,  $5 \leq k6 \leq 10.8$ )、 $Y_{m1}Ba_{m2}Cu_{m3}O_{m4}$  ( $0.5 \leq m1 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq m2 \leq 2.2$ ,  $2.5 \leq m3 \leq 3.5$ ,  $6.6 \leq m4 \leq 7.0$ )、 $Nd_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$  ( $0.5 \leq p1 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq p2 \leq 2.2$ ,  $2.5 \leq p3 \leq 3.5$ ,  $6.6 \leq p4 \leq 7.0$ )、 $Nd_{q1}Y_{q2}Ba_{q3}Cu_{q4}O_{q5}$  ( $0 \leq q1 \leq 1.2$ ,  $0 \leq q2 \leq 1.2$ ,  $0.5 \leq q1 + q2 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq q2 \leq 2.2$ ,  $2.5 \leq q3 \leq 3.5$ ,  $6.6 \leq q4 \leq 7.0$ )、 $Sm_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$  ( $0.5 \leq p1 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq p2 \leq 2.2$ ,  $2.5 \leq p3 \leq 3.5$ ,  $6.6 \leq p4 \leq 7.0$ )、 $Ho_{p1}Ba_{p2}Cu_{p3}O_{p4}$  ( $0.5 \leq p1 \leq 1.2$ ,  $1.8 \leq p2 \leq 2.2$ ,  $2.5 \leq p3 \leq 3.5$ ,  $6.6 \leq p4 \leq 7.0$ ) 等のような酸化物高温超伝導体のうちいずれか1種類以上のものを用いることができる。

【0070】また、上記実施形態では、誘電体基板20として、酸化マグネシウム単結晶基板を用いているが、これに限定されるものではない。例えば、誘電体基板20として、酸化チタン、ランタンアルミネート、酸化セ

リウムコートサファイア、チタン酸ストロンチウム、チタン酸マグネシウム等の基板を用いてもよい。

【0071】また、上記実施形態では、超伝導フィルタに関し、バンドパスフィルタについて記述したが、ローパスフィルタや、ハイパスフィルタ、バンドストップフィルタを構成することも可能である。

【0072】また、上記実施形態では、共振器の酸化物高温超伝導体膜のパターンとして、ヘアピン型パターン22及びラインパターン42を用いているが、酸化物高温超伝導体膜のパターンの形状はこれらに限定されるものではない。例えば、円形やS字型のパターンであつてもよい。ただし、所望のフィルタ特性に応じて、例えば、円形パターンの場合はその直径が1/2波長、あるいは、S字型パターンの場合はその全長が1/2波長となるように設計される。

【0073】また、上記実施形態では、1/2波長型ヘアピン型共振器10又は1/2波長型共振器38と入出力フィード用基板12とを、導体板14上に配置してから金属製容器16の底面に固定しているが、伝送線を構成する各1/2波長型ヘアピン型共振器10又は1/2波長型共振器38と入出力フィード用基板12とが同一電位となるようにできればこの限りではない。例えば、金属製容器16の底面に、1/2波長型ヘアピン型共振器10又は1/2波長型共振器38と入出力フィード用基板12とを直接配置してもよい。

【0074】〔付記〕

(付記1) 内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入力フィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【0075】(付記2) 内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された入力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成さ

れた酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記接地層が前記載置面に接触するように前記載置面上に配置された出力フィード用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、前記誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、前記入力フィード用基板と前記出力フィード用基板との間の前記載置面上に、前記接地層が前記載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板と、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された接地層とを有し、前記誘電体基板の他面が、前記入力フィード用回路パターンと、前記出力フィード用回路パターンと、前記共振器用回路パターンとに接触するように、前記入力フィード用基板と、前記出力フィード用基板と、前記共振器用基板的誘電体基板の一面上にそれぞれ配置された複数の回路カバー用基板とを有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【0076】（付記3） 付記1又は2記載の超伝導フィルタにおいて、前記入力フィード用基板と、前記出力フィード用基板と、前記共振器用基板的接地層は酸化物高温超伝導体により形成されていることを特徴とする超伝導フィルタ。

【0077】（付記4） 付記1乃至3のいずれかに記載の超伝導フィルタにおいて、複数の前記共振器用基板と、前記入力フィード用基板と、前記出力フィード用基板的隣接する基板間の少なくとも一対の基板間に橋渡しされ、その基板間の信号の結合を調整する誘電体を更に有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【0078】（付記5） 付記1乃至3のいずれかに記載の超伝導フィルタにおいて、複数の前記共振器用基板と、前記入力フィード用基板と、前記出力フィード用基板的隣接する基板間の少なくとも一対の基板間に橋渡しされ、その基板間の信号の結合を調整する酸化物高温超伝導体を更に有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【0079】（付記6） 付記1乃至5のいずれかに記載の超伝導フィルタにおいて、板状体を前記容器の底面に配置し、前記板状体の一面を前記載置面としたことを特徴とする超伝導フィルタ。

【0080】（付記7） 付記6記載の超伝導フィルタにおいて、前記板状体は、誘電体基板と、前記誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体膜とを有し、前記誘電体基板の前記一面を前記載置面としたことを特徴とする超伝導フィルタ。

【0081】（付記8） 付記1乃至8のいずれかに記載の超伝導フィルタにおいて、前記共振器用基板を、前記載置面上で、前記共振器用基板的配置方向に対して略垂直に移動し、前記共振器用基板間の相対的位置関係を変化する位置調整機構を更に有することを特徴とする超伝導フィルタ。

【0082】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、内部に電気伝導性の載置面を有し、電磁波を遮蔽する容器と、誘電体基板と、誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の入力フィード用回路パターンと、誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、接地層が載置面に接触するように載置面上に配置された入力フィード用基板と、誘電体基板と、誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の出力フィード用回路パターンと、誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、接地層が載置面に接触するように載置面上に配置された出力フィード用基板と、誘電体基板と、誘電体基板の一面に形成された酸化物高温超伝導体の共振器用回路パターンと、誘電体基板の他面に形成された接地層とを有し、入力フィード用基板と出力フィード用基板との間の載置面上に、接地層が載置面に接触するように配置された複数の共振器用基板とを有するので、多段化を容易に行うことができ、また、各段間の信号の結合度を容易に調整することのできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの構造を示す概略図である。

【図2】本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの伝送線路構造を示す斜視図である。

【図3】本発明の第1実施形態による超伝導フィルタにおける誘電体のブリッジングによる信号結合度の調整を示す概略図である。

【図4】本発明の第1実施形態による超伝導フィルタにおける酸化物高温超伝導体のブリッジングによる信号結合度の調整を示す概略図である。

【図5】本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの共振器位置調整機構を設けた場合の構造を示す上面図である。

【図6】本発明の第2実施形態による超伝導フィルタの伝送線路構造を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 10…1/2波長型ヘアピン型共振器
- 12…入出力フィード用基板
- 14…導体板
- 16…金属製容器
- 18…グランドプレーン
- 20…誘電体基板
- 22…ヘアピン型パターン
- 24…フィードラインパターン
- 26…電極
- 28…同軸コネクタ
- 29…誘電体
- 30…ピン
- 31…誘電体位置調整機構
- 32…信号結合度調整用ネジ
- 33…シャフト

- 34…上蓋
- 35…酸化物高温超伝導体
- 36…共振器位置調整機構
- 37…シャフト
- 38…1/2波長型共振器
- 40…導体薄片シート

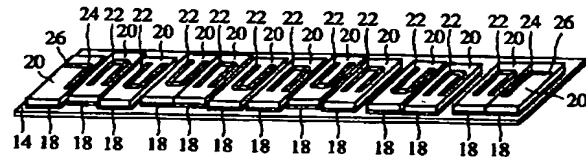
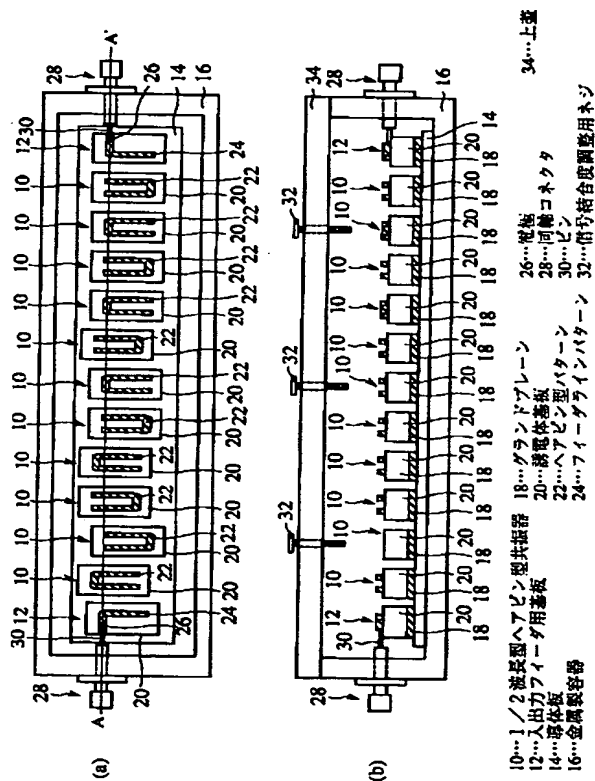
- 42…ラインパターン
- 44…グランドプレーン
- 46…誘電体基板
- 48…導体板
- 50…スライド用ガイド

【図1】

【図2】

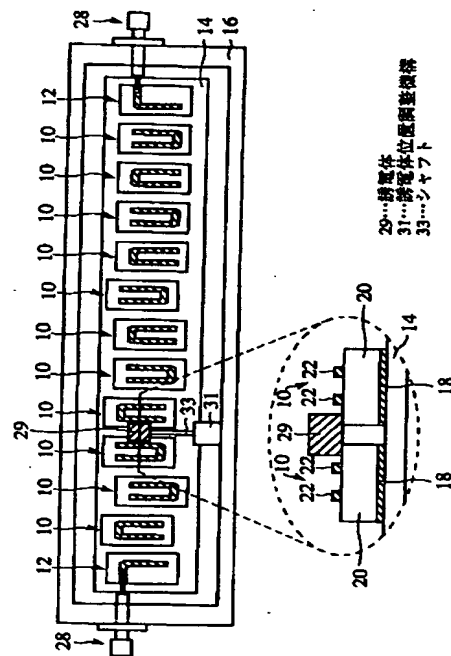
本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの構造を示す概略図

本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの伝送線路構造を示す斜視図



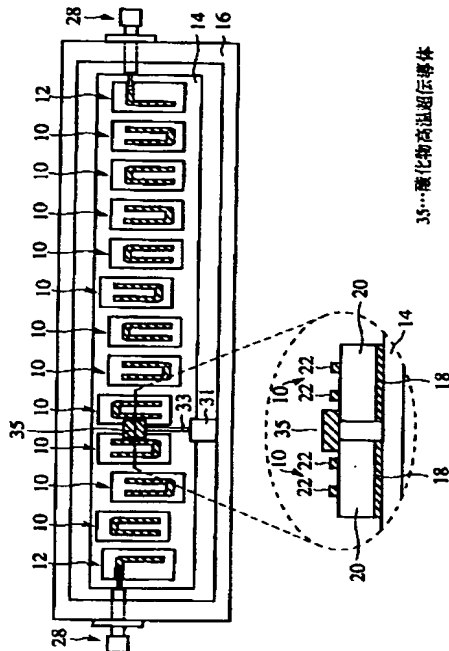
【図3】

本発明の第1実施形態による超伝導フィルタにおける誘電体のブリッジングによる信号結合度の調整を示す概略図



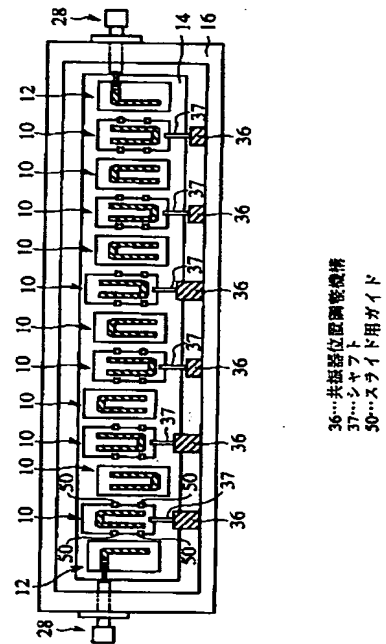
【図4】

本発明の第1実施形態による超伝導フィルタにおける  
酸化物高温超伝導体のブリッジングによる  
信号結合度の調整を示す概略図



【図5】

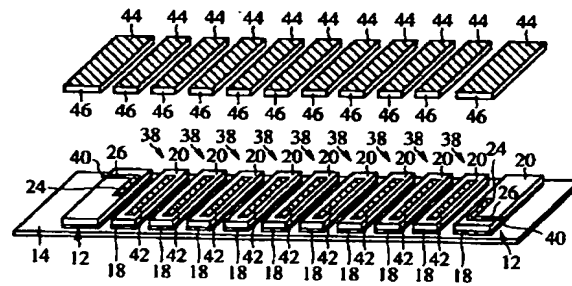
本発明の第1実施形態による超伝導フィルタの  
共振器位置調整機構を設けた場合の構造を示す上面図



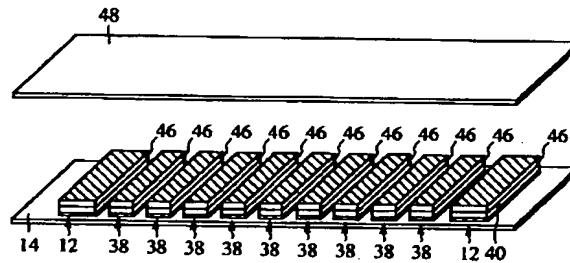
36...共振器位置調整機構  
37...シヤフト  
50...スライダ用ガイド

【図6】

本発明の第2実施形態による超伝導フィルタの  
伝送線路構造を示す斜視図



(a)



(b)

38... 1/2 波長型共振器  
40... 誘電体薄片シート  
42... ラインパターン  
44... グランドプレーン  
46... 誘電体基板  
48... 誘電体板

フロントページの続き

(72) 発明者 中西 輝  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5J006 HB03 HB12 HB14 JA01 LA11  
NA08 NB10 NE02 NE03 NE11  
NE13 NE17 PA03